

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08296531  
PUBLICATION DATE : 12-11-96

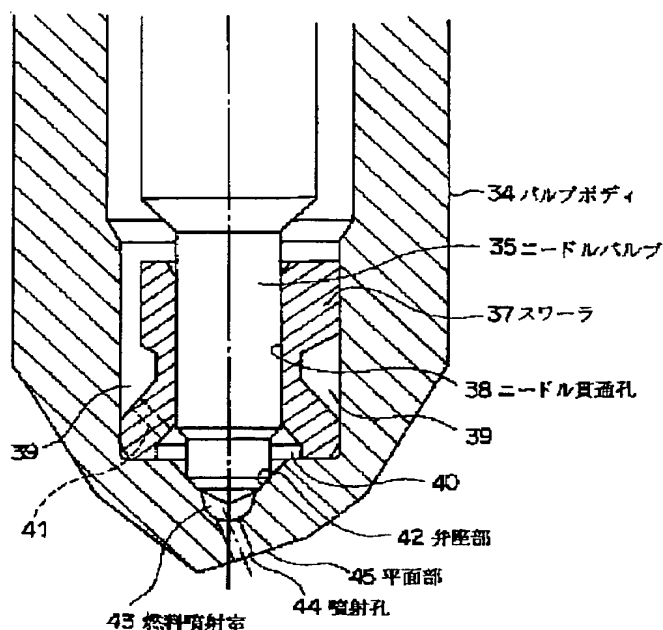
APPLICATION DATE : 28-04-95  
APPLICATION NUMBER : 07105853

APPLICANT : NIPPONDENSO CO LTD;

INVENTOR : SAKAMOTO YUKIO;

INT.CL. : F02M 61/18 F02M 61/18

TITLE : FUEL INJECTION VALVE



ABSTRACT : PURPOSE: To improve atomizing performance, machinability and the responsiveness of injecting action.

CONSTITUTION: A cylindrical swirler 37 is pressure-fitted and fixed to the lower part in a valve body 34, and the inner diameter needle through-hole 38 of the swirler 37 is pierced with a needle valve 35 slidably in the vertical direction. A fuel lead-in groove 39 for leading in fuel downward is formed at the periphery of the swirler 37, and fuel flows into a swirl chamber 40 from the fuel lead-in groove 39 through a swirl hole 41 from the tangential direction, so that the fuel swirls in the swirl chamber 40. A fuel injection chamber 43 formed downstream of a valve seat part 42 with which a needle valve 35 is brought into contact has the inner side face formed into taper shape and the bottom face formed into the spherical recessed face. A nozzle 44 is formed from the bottom face center of the fuel injection chamber 43 so as to pass through to the outside, and a plane part 45 is formed on the outlet side of the nozzle 44, at a right angle to the nozzle 44.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-296531

(43)Date of publication of application : 12.11.1996

(51)Int.Cl.

F02M 61/18  
F02M 61/18

(21)Application number : 07-105853

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 28.04.1995

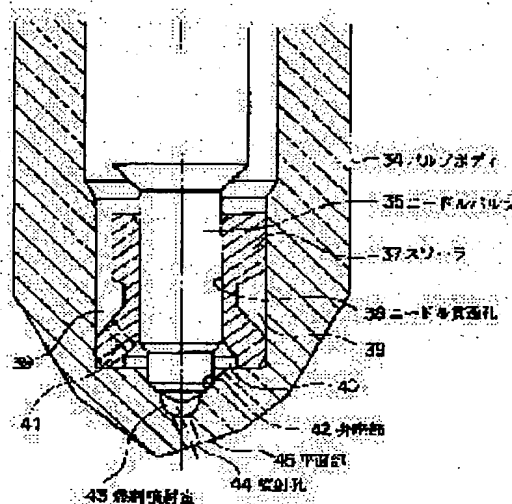
(72)Inventor : YAMADA HIROATSU  
NIWA YUTAKA  
SAKAMOTO YUKIO

## (54) FUEL INJECTION VALVE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve atomizing performance, machinability and the responsiveness of injecting action.

CONSTITUTION: A cylindrical swirler 37 is pressure-fitted and fixed to the lower part in a valve body 34, and the inner diameter needle through-hole 38 of the swirler 37 is pierced with a needle valve 35 slidably in the vertical direction. A fuel lead-in groove 39 for leading in fuel downward is formed at the periphery of the swirler 37, and fuel flows into a swirl chamber 40 from the fuel lead-in groove 39 through a swirl hole 41 from the tangential direction, so that the fuel swirls in the swirl chamber 40. A fuel injection chamber 43 formed downstream of a valve seat part 42 with which a needle valve 35 is brought into contact has the inner side face formed into taper shape and the bottom face formed into the spherical recessed face. A nozzle 44 is formed from the bottom face center of the fuel injection chamber 43 so as to pass through to the outside, and a plane part 45 is formed on the outlet side of the nozzle 44, at a right angle to the nozzle 44.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.12.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3182057

[Date of registration] 20.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-296531

(43) 公開日 平成8年(1996)11月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 M 61/18	3 1 0		F 0 2 M 61/18	3 1 0 B
	3 5 0			3 5 0 C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-105853

(22) 出願日 平成7年(1995)4月28日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 山田 浩敦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 丹羽 豊

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 坂本 幸夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

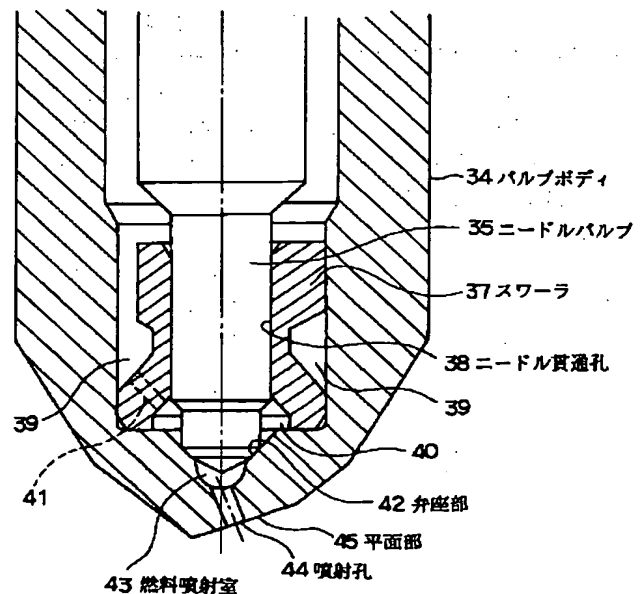
(74) 代理人 弁理士 加古 宗男

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁

(57) 【要約】

【目的】 霧化性能、加工性及び噴射動作の応答性を共に向上させる。

【構成】 バルブボディ34内の下部に筒状のスワラ37を圧入固定し、このスワラ37の内径のニードル貫通孔38にニードルバルブ35を上下方向に摺動可能に貫通させている。スワラ37の外周に、燃料を下方へ導入する燃料導入溝39を形成すると共に、スワラ37の下端内周側に円環状のスワール室40を形成し、燃料導入溝39からスワール室40へ接線方向からスワール孔41によって燃料を流入させることで、スワール室40内で燃料を旋回させる。ニードルバルブ35が当接する弁座部42の下流側に形成された燃料噴射室43は、内側面をテーパ状に形成すると共に、底面を球状凹面に形成している。この燃料噴射室43の底面中心から噴射孔44を外部に貫通するように形成し、噴射孔44の出口側に、該噴射孔44に対して直角に平面部45を形成する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 燃料が供給されるバルブボディに収納されたニードルバルブと、  
前記バルブボディ内に嵌着され、前記ニードルバルブが摺動自在に貫通するニードル貫通孔を有すると共に前記バルブボディ内を流れる燃料に旋回流を与えるスワールと、  
前記バルブボディ内における前記ニードルバルブの弁座部の下流側に前記燃料の旋回流を導入するように形成され、底面が球状凹面となる燃料噴射室と、  
前記バルブボディに前記燃料噴射室の底面中心から外部に貫通するように形成された噴射孔と、  
前記バルブボディにおける前記噴射孔の出口側に該噴射孔に対して直角に形成された平面部とを備えたことを特徴とする燃料噴射弁。

**【請求項 2】** 前記燃料噴射室の内側面は、底面側に向けて徐々に開口面積が狭くなるテーパ状に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

**【請求項 3】** 前記噴射孔の入口側端縁部は丸みが付けられ、該噴射孔の出口側端縁部は直角エッジ状になっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料噴射弁。

**【請求項 4】** 前記スワールの内径部には、前記ニードル貫通孔を構成する筒状の摺動部材が嵌着されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の燃料噴射弁。

**【請求項 5】** 前記ニードルバルブの弁座部の近傍で前記スワールの下端面と前記バルブボディの下部内面とが密着するように構成され、前記スワールの下端面に形成した溝によって燃料に旋回流を与える流路が構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の燃料噴射弁。

**【請求項 6】** 前記ニードルバルブには、前記スワールの上流側近傍で前記バルブボディの内周面に摺動自在に嵌合するガイド部が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の燃料噴射弁。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は、バルブボディ内を流れる燃料に旋回流を与えながら噴射するようにした燃料噴射弁に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 近年、低燃費、低エミッション、高出力化を目的として燃料を直接エンジンシリンダ内に噴射するシステムが考えられている。このシステムに用いられる燃料噴射弁は、霧化性能を向上させるために霧化機構が改良され、例えば図 8 に示すように、バルブボディ 11 内にニードルバルブ 12 を収納し、バルブボディ 11 の下端部に形成された燃料噴射室 13 の上面開口をニードルバルブ 12 で開閉することで、燃料噴射室 13 の球

状底面に形成された噴射孔 14 から燃料の噴射／停止を行うようになっている。更に、ニードルバルブ 12 の開閉ストロークをガイドするために、ニードルバルブ 12 の下部には、バルブボディ 11 の内周面に摺動自在に嵌合するガイド部 15 が一体に形成され、このガイド部 15 の外周面に燃料の流路となる傾斜溝 16 が形成され、この傾斜溝 16 を燃料が通過することで、燃料に旋回流が与えられて、噴射孔 14 から噴射する燃料の霧化が促進されるようになっている。

**【0003】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら、上記従来構成では、傾斜溝 16 を通過する燃料旋回流の圧力がニードルバルブ 12 に対して閉弁方向に働くため、ニードルバルブ 12 の開放動作（噴射動作）の応答性が悪くなる欠点がある。

**【0004】** また、燃料噴射室 13 の周面に沿って旋回する燃料の旋回流は燃料噴射室 13 の球状底面の中心に向かって進行するため、燃料の旋回エネルギーは燃料噴射室 13 の底面中心で最大になる。ところが、上記従来構成では、噴射孔 14 の中心線 P を燃料噴射室 13 の中心 C と一致させる設計であるため、噴射孔 14 の入口の位置が燃料噴射室 13 の底面中心からずれてしまい、燃料の旋回エネルギーを有効に燃料の霧化に利用することができない。

**【0005】** また、バルブボディ 11 の下端に噴射孔 14 を形成する際に、バルブボディ 11 の外側から燃料噴射室 13 へ向かって孔明け加工を施すことになるが、上記従来構成では、バルブボディ 11 の下端外面が球状凸面となっているため、孔明け加工が難しいばかりか、噴射孔 14 の出口側端縁部のエッジ形状が不均一になりやすく、噴霧形状が悪くなる欠点もある。

**【0006】** 本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、霧化性能、加工性及び噴射動作の応答性を共に向上させることができる燃料噴射弁を提供することにある。

**【0007】**

**【課題を解決するための手段】** 上記目的を達成するために、本発明の請求項 1 の燃料噴射弁は、燃料が供給されるバルブボディに収納されたニードルバルブと、前記バルブボディ内に嵌着され、前記ニードルバルブが摺動自在に貫通するニードル貫通孔を有すると共に前記バルブボディ内を流れる燃料に旋回流を与えるスワールと、前記バルブボディ内における前記ニードルバルブの弁座部の下流側に前記燃料の旋回流を導入するように形成され、底面が球状凹面となる燃料噴射室と、前記バルブボディに前記燃料噴射室の底面中心から外部に貫通するように形成された噴射孔と、前記バルブボディにおける前記噴射孔の出口側に該噴射孔に対して直角に形成された平面部とを備えた構成としたものである。

**【0008】** この構成において、請求項 2 のように、前

記燃料噴射室内側面を、底面側に向けて徐々に開口面積が狭くなるテーパ状に形成することが好ましい。更に、請求項3のように、前記噴射孔の入口側端縁部に丸みを付け、該噴射孔の出口側端縁部を直角エッジ状に形成することが好ましい。また、請求項4のように、前記スワラの内径部に、前記ニードル貫通孔を構成する筒状の摺動部材を嵌着した構成としても良い。

【0009】また、請求項5のように、前記ニードルバルブの弁座部の近傍で前記スワラの下端面と前記バルブボディの下部内面とが密着するように構成し、前記スワラの下端面に形成した溝によって燃料に旋回流を与える流路を構成するようにしても良い。また、請求項6のように、前記ニードルバルブに、前記スワラの上流側近傍で前記バルブボディの内周面に摺動自在に嵌合するガイド部を設けた構成としても良い。

【0010】

【作用】上述した請求項1の構成によれば、燃料に旋回流を与えるスワラは、ニードルバルブと別部品であり、このスワラに形成されたニードル貫通孔にニードルバルブが摺動自在に貫通されている。このため、ニードルバルブに対して閉弁方向に働く燃料旋回流の圧力が図8に示す従来例よりも著しく小さくなり、ニードルバルブの開放動作（噴射動作）の応答性が向上する。また、噴射孔の入口が燃料噴射室の底面中心に位置しているため、燃料噴射室内を旋回する燃料の旋回エネルギーが最大になる位置に噴射孔の入口が位置し、燃料の旋回エネルギーが有効に燃料の霧化に利用される。また、噴射孔の出口側に該噴射孔に対して直角に平面部が形成されているため、バルブボディの下端に噴射孔を形成する際に、平面部に対して孔明け加工を施すことができ、孔明け加工が容易になると共に、噴射孔の出口側端縁部のエッジ形状も、広角噴霧に適したシャープな形状に加工することが容易である。

【0011】更に、請求項2では、燃料噴射室内側面を、底面側に向けて徐々に開口面積が狭くなるテーパ状に形成することで、燃料噴射室内側面に沿って流れる燃料の旋回流を底面中心（噴射孔の入口）へスムーズに案内して、燃料噴射室内での燃料の旋回エネルギーの損失を少なくすると共に、燃料噴射室の容積を小さくする。噴射初期に燃料噴射室から押し出される燃料は、噴射開始前から燃料噴射室内に滞留していた燃料であり、運動エネルギーが不足して霧化が不十分になるため、燃料噴射室の容積を小さくすれば、噴射初期の霧化不良が低減される。

【0012】一方、請求項3では、噴射孔の入口側端縁部に丸みを付けることで、噴射孔の入口側端縁部で燃料の流れに縮流が発生することが防がれ、燃料噴射室から噴射孔内への燃料の流れがスムーズになる。更に、噴射孔の出口側端縁部が直角エッジ状になっているので、噴射孔の出口側端縁部のエッジによる燃料の霧化が促進さ

れる。

【0013】ところで、スワラの外径部をバルブボディに圧入固定し、スワラの内径部のニードル貫通孔にニードルバルブを摺動自在に貫通した構成とする場合、スワラの外径部（圧入部）の表面硬度は圧入のために低くする必要があるのに対し、スワラの内径部（ニードル貫通孔）は、クリアランス管理のために切削加工が必要なことから、表面硬度を高くする必要がある。従って、スワラを1部品で構成する場合には、内外径の表面硬度に高低をつけるための熱処理加工が面倒である。

【0014】そこで、請求項4では、スワラの内径部を別部品（筒状の摺動部材）で構成し、スワラの内径部に筒状の摺動部材を嵌着することで、スワラの内外径の表面硬度に高低をつける面倒な熱処理加工が不要となる。つまり、クリアランス管理のために切削加工が必要な摺動部材を硬度の高い材料で形成し、バルブボディ内に圧入されるスワラを摺動部材より硬度の低い材料で形成し、このスワラの内径部に摺動部材を圧入して一体化すれば良い。

【0015】また、請求項5では、ニードルバルブの弁座部の近傍でスワラの下端面をバルブボディの下部内面に密着させ、スワラの下端面に形成した溝によって燃料に旋回流を与える流路を構成する。これにより、燃料に旋回流を与える流路（溝）の加工が容易になると共に、該流路と噴射孔との間の燃料滞留容積が小さくなり、噴射初期の霧化不良が低減される。

【0016】また、請求項6では、ニードルバルブに形成されたガイド部がニードルバルブの開閉ストロークをガイドする機能を有するため、このガイド機能をスワラに持たせる必要がなくなる。このため、スワラの内径部（ニードル貫通孔）とニードルバルブとの間のクリアランスを燃料漏れが起こらない程度に大きくすることが可能となり、スワラの加工精度に余裕ができて、加工が容易となる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の第1実施例を図1及び図2に基づいて説明する。まず、燃料噴射弁全体の構成を図2に基づいて説明する。燃料噴射弁のハウジング21の内には、スプール22に巻装されたソレノイドコイル23が装着されている。上記スプール22の内径部には、燃料流入パイプを兼ねる筒状鉄心24が嵌入され、該筒状鉄心24の中間部に形成されたフランジ部25がハウジング21の上縁部にかしめ付け固定されている。また、筒状鉄心24の上端部には、燃料配管（図示せず）に連結される燃料コネクタ26が設けられ、この燃料コネクタ26の内部にフィルタ27が装着されている。筒状鉄心24のフランジ部25にはプラスチック製の電気コネクタ28が設けられ、この電気コネクタ28に設けられたコネクタピン29を通してソレノイドコイル23に通電される。

【0018】また、筒状鉄心24の内部には、アジャストパイプ30とスプリング31が装着され、筒状鉄心24の下方に配置された可動コア32がスプリング31によって下方に付勢されている。一方、ハウジング21の下縁部には、スペーサ33を介してバルブボディ34がかしめ付け固定されている。このバルブボディ34内にはニードルバルブ35が上下動自在に収納され、このニードルバルブ35の上端がスペーサ33を貫通して可動コア32に連結されている。また、ニードルバルブ35には、スペーサ33の下方近傍に位置するストッパ36が形成され、ソレノイドコイル23に通電すると、可動コア32をスプリング31のバネ力に抗して上方に吸引して、ニードルバルブ35をストッパ36がスペーサ33に当接するまで上方にスライドさせ、後述する燃料噴射室43の上面開口を開放した状態となる。

【0019】次に、図1に基づいてニードルバルブ35の霧化機構部分の構成を説明する。バルブボディ34内の下部には筒状のスワラ37が圧入固定され、このスワラ37の内径部（ニードル貫通孔38）にニードルバルブ35の下部が上下方向に摺動可能に貫通されている。スワラ37の外周には、燃料を下方へ導入する燃料導入溝39が形成され、スワラ37の下端内周側には、円環状のスワール室40が形成されている。更に、スワラ37には、燃料導入溝39からスワール室40へ燃料を導入する1個又は複数のスワール孔41がスワール室40の接線方向に延びるように形成され、燃料がスワール孔41を通過してスワール室40に流入することで、燃料に旋回流が与えられるようになっている。

【0020】上記スワール室40は、ニードルバルブ35の下端部が当接するバルブボディ34の弁座部42に対向し、この弁座部42の下流側に燃料噴射室43が形成され、この燃料噴射室43の上面開口がニードルバルブ35の下端部によって開閉されるようになっている。燃料噴射室43は、内側面が底面側に向けて徐々に開口面積が狭くなるテーパ状に形成され（テーパ角度は例えば $1.5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ が好ましい）、燃料噴射室43の底面が球状凹面に形成されている。バルブボディ34の下端部には、燃料噴射室43の底面中心（最低点）から噴射孔44が外部に貫通するように形成され、燃料噴射室43の底面中心と噴射孔44の入口中心とが一致している。また、バルブボディ34における噴射孔44の出口側には、該噴射孔44に対して直角に平面部45が形成されている。噴射孔44の入口側端縁部はR形状（丸みのある形状）に形成され、該噴射孔44の出口側端縁部は直角エッジ状に形成されている。

【0021】以上のように構成された燃料噴射弁は、ソレノイドコイル23に通電すると、可動コア32をスプリング31のバネ力に抗して上方に吸引してニードルバルブ35を上方にスライドさせ、燃料噴射室43の上面開口を開放する。これにより、バルブボディ34内に圧

送されてくる燃料がスワラ37のスワール孔41を通過してスワール室40に流入し、スワール室40内を旋回しながら燃料噴射室43内に流れ込む。この燃料噴射室43内に流れ込んだ燃料は、燃料噴射室13の周面に沿って旋回しながら底面中心に向かって流れ、噴射孔44から外部に噴射される。

【0022】この場合、噴射孔44の入口が燃料噴射室43の底面中心（最低点）に位置しているため、燃料噴射室43内を旋回する燃料の旋回エネルギーが最大になる位置に噴射孔44の入口が位置し、燃料の旋回エネルギーが有効に燃料の霧化に利用される。しかも、燃料噴射室43の内側面を、底面側に向けて徐々に開口面積が狭くなるテーパ状に形成しているため、燃料噴射室43の内側面に沿って流れる燃料の旋回流を底面中心（噴射孔44の入口）へスムーズに案内することができ、燃料噴射室43内での燃料の旋回エネルギーの損失を少なくすることができる。その上、噴射孔44の入口側端縁部がR形状になっているので、噴射孔44の入口側端縁部で燃料の流れに縮流が発生することが防がれ、燃料噴射室43から噴射孔44内への燃料の流れがスムーズになり、噴射孔44の入口側端縁部でのエネルギーの損失も少なくすることができる。更に、噴射孔44の出口側端縁部が直角エッジ状になっているので、噴射孔44の出口側端縁部のエッジによる燃料の霧化が促進され、噴射孔44の出口から円錐状に広がる広角噴霧が可能となる（噴射孔44の出口側端縁部がR形状になっていると噴霧角が非常に狭くなり、霧化が阻害される）。以上の作用の相乗効果により、従来に比し霧化性能が格段に向上し、低燃費、低エミッション、高出力化に対応することができる。

【0023】また、燃料噴射室43の内側面を、底面側に向けて徐々に開口面積が狭くなるテーパ状に形成することで、燃料噴射室43の容積を小さくすることができる。これにより、噴射開始前に燃料噴射室43内に滞留する燃料が少なくなるため、噴射初期に燃料噴射室43から押し出されて霧化不良となる燃料が少なくなり、噴射初期の霧化不良が低減される。

【0024】一方、燃料に旋回流を与えるスワラ37は、ニードルバルブ35と別部品であり、このスワラ37に形成されたニードル貫通孔38にニードルバルブ35が摺動自在に貫通されているため、ニードルバルブ35に対して閉弁方向に働く燃料旋回流の圧力が図8に示す従来例よりも著しく小さくなり、ニードルバルブ35の開放動作（噴射動作）の応答性が向上する。つまり、従来は、図8に示すように、スワラに相当する部分（ガイド部15）がニードルバルブ12に一体に形成されていたため、燃料旋回流の圧力がニードルバルブ12に直接作用してしまい、噴射動作の応答性が悪くなってしまうが、上記実施例では、スワラ37に作用する燃料旋回流の圧力が直接ニードルバルブ35に作用する

ことがなく、噴射動作の応答性を低下させずに済む。

【0025】また、噴射孔44の出口側に該噴射孔44に対して直角に平面部45が形成されているため、バルブボディ34の下端に噴射孔44を形成する際に、平面部45に対して孔明け加工を施すことができ、孔明け加工が容易で、且つ加工精度も向上することができると共に、噴射孔44の出口側端縁部のエッジ形状も、広角噴霧に適したシャープな形状に加工することが容易であり、製品品質向上に寄与できる。

【0026】一方、図3は本発明の第2実施例を示したものであり、第1実施例と相違する点はスワラ50の形状である。上述した第1実施例のスワラ37は、スワール孔41を上下方向に傾斜させているのに対し、第2実施例のスワラ50は、1個又は複数のスワール孔51を水平に形成し、該スワール孔51をスワール室52に接線方向から連通させることで、第1実施例よりも強い旋回流を生じさせるようにしている。

【0027】ところで、上記第1及び第2実施例では、スワラ37、50の外径部をバルブボディ34に圧入固定し、スワラ37、50の内径部のニードル貫通孔38にニードルバルブ35を摺動自在に貫通した構成としている。この構成では、スワラ37、50の外径部の表面硬度は圧入のために低くする必要があるのに対し、スワラ37、50の内径部（ニードル貫通孔38）は、クリアランス管理のために切削加工が必要なことから、表面硬度を高くする必要がある。従って、スワラ37、50を1部品で構成する場合には、内外径の表面硬度に高低をつけるための熱処理加工が面倒であり、加工性があまり良くない。

【0028】この欠点を解消するため、図4に示す第3実施例と図5に示す第4実施例では、スワラ55、56の内径部（摺動部材57、58）を別部品で構成し、スワラ55、56の内径部に、ニードル貫通孔38を構成する筒状の摺動部材57、58を嵌着する構成としている。ここで、図4に示す第3実施例は図2に示す第1実施例と対応し、図5に示す第4実施例は図3に示す第2実施例と対応している。各実施例では、クリアランス管理のために切削加工が必要な摺動部材57、58を硬度の高い材料で形成し、バルブボディ34内に圧入されるスワラ55、56を摺動部材57、58より硬度の低い材料で形成し、スワラ55、56の外径部をバルブボディ34に圧入固定すると共に、スワラ55、56の内径部に摺動部材57、58を圧入固定し、摺動部材57、58の内径のニードル貫通孔38にニードルバルブ35を摺動自在に貫通している。このように構成することで、スワラ55、56の内外径の表面硬度に高低をつける面倒な熱処理加工が不要になり、加工性を向上することができる。

【0029】一方、図6及び図7に示す本発明の第5実施例では、ニードルバルブ35の弁座部42の近傍でス

ワラ60の下端面をバルブボディ34の下部内面に密着させ、スワラ60の下端面に形成した1個又は複数個の溝61によって燃料に旋回流を与える流路を構成している。これにより、燃料に旋回流を与える流路（溝61）の加工が容易になると共に、スワラ60の下端内周側に形成するスワール室62の容積を小さくすることができ、溝61と噴射孔44との間の燃料滞留容積を小さくすることができ、噴射初期の霧化不良を低減することができる。

【0030】更に、この第5実施例では、ニードルバルブ35に、スワラ60の上流側近傍でバルブボディ34の内周面に摺動自在に嵌合するガイド部63を一体に形成し、このガイド部63によってニードルバルブ35の下端を弁座部42に位置合せして閉弁時のシール性を確保するようにしている。この構成では、ニードルバルブ35に形成されたガイド部63がニードルバルブ35の開閉ストロークをガイドする機能を有するため、このガイド機能をスワラ60に持たせる必要がなくなる。このため、スワラ60の内径部（ニードル貫通孔38）とニードルバルブ35との間のクリアランスを大きくすることが可能となり、スワラ60の加工精度に余裕ができて、加工が容易となる。但し、スワラ60とニードルバルブ35との間のクリアランスがあまり大きくなり過ぎると、クリアランスを漏れて流れる燃料が増加して、スワール室62内に流れ込む燃料の旋回流の流速が低下し、霧化性能が低下する。本発明者の実験結果によれば、このクリアランスが $3.0\mu\text{m}$ 以下であれば、クリアランスを漏れて流れる燃料が少なく、スワール室62での旋回流の流速の低下が抑えられることが確認されている。

【0031】以上説明した各実施例の燃料噴射弁は、燃料を直接エンジンシリンダ内に噴射するシステムに限定されず、エンジンの各気筒の吸気マニホールドに噴射するシステムにも使用可能である。

【0032】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の請求項1の燃料噴射弁によれば、燃料に旋回流を与えるスワラにニードルバルブが摺動自在に貫通しているので、ニードルバルブに働く燃料旋回流の圧力を小さくすることができ、ニードルバルブの開放動作（噴射動作）の応答性を向上することができる。しかも、噴射孔の入口が燃料噴射室の底面中心に位置し、噴射孔の出口側に該噴射孔に対して直角に平面部を形成したので、燃料の旋回エネルギーを有効に燃料の霧化に利用することができ、霧化性能を向上することができる。更に、バルブボディの下端に噴射孔を形成する際に、平面部に対して孔明け加工を施すことができ、孔明け加工が容易になると共に、加工精度も向上できる。

【0033】更に、請求項2では、燃料噴射室内の内側面をテーパ状に形成しているので、燃料噴射室内での燃料



の旋回エネルギーの損失を少なくすることができると共に、燃料噴射室の容積を小さくすることができ、噴射初期の霧化不良を低減することができる。

【0034】一方、請求項3では、噴射孔の入口側端縁部に丸みを付けたので、燃料噴射室から噴射孔内への燃料の流れがスムーズになり、燃料の旋回エネルギーの損失を少なくすることができる。しかも、噴射孔の出口側端縁部が直角エッジ状になっているので、噴射孔の出口側端縁部のエッジにより霧化を促進することができ、広角噴霧が可能となる。

【0035】また、請求項4では、スワールの内径部に別部品で形成した筒状の摺動部材を嵌着するようにしたので、スワールの内外径の表面硬度に高低をつける面倒な熱処理加工が不要となり、一層加工性を向上することができる。

【0036】また、請求項5では、スワールの下端面に形成した溝によって燃料に旋回流を与えるようにしたので、燃料に旋回流を与える流路（溝）の加工が容易になると共に、該流路（溝）と噴射孔との間の燃料滞留容積を小さくすることができ、噴射初期の霧化不良を低減することができる。

【0037】また、請求項6では、ニードルバルブに形成されたガイド部がニードルバルブの開閉ストロークをガイドする機能を有するため、スワールの内径部とニードルバルブとの間のクリアランスを燃料漏れが起らない程度に大きくすることができ、スワールの加工精度に

余裕ができて、加工性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す燃料噴射弁の縦断面図

【図2】燃料噴射弁の下部の拡大縦断面図

【図3】本発明の第2実施例を示す燃料噴射弁の下部の拡大縦断面図

【図4】本発明の第3実施例を示す燃料噴射弁の下部の拡大縦断面図

【図5】本発明の第4実施例を示す燃料噴射弁の下部の拡大縦断面図

【図6】本発明の第5実施例を示す燃料噴射弁の下部の拡大縦断面図

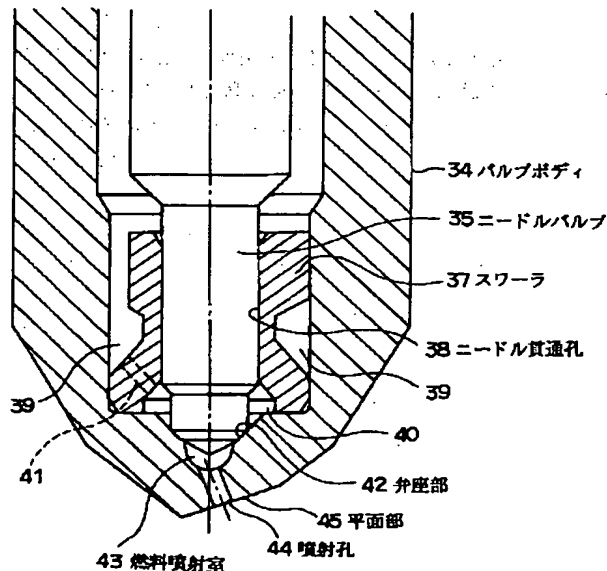
【図7】図6のA-A線に沿って示す断面図

【図8】従来の燃料噴射弁の下部の拡大縦断面図

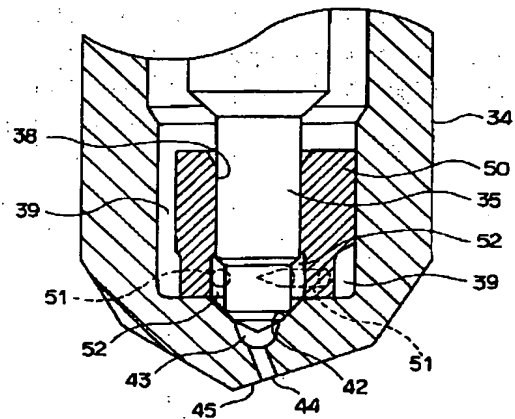
【符号の説明】

23…ソレノイドコイル、26…燃料コネクタ、27…フィルタ、28…電気コネクタ、31…スプリング、32…可動コア、34…バルブボディ、35…ニードルバルブ、36…ストッパ、37…スワール、38…ニードル貫通孔、39…燃料導入溝、40…スワール室、41…スワール孔、42…弁座部、43…燃料噴射室、44…噴射孔、45…平面部、50…スワール、51…スワール孔、52…スワール室、55、56…スワール、57、58…摺動部材、60…スワール、61…溝、62…スワール室、63…ガイド部。

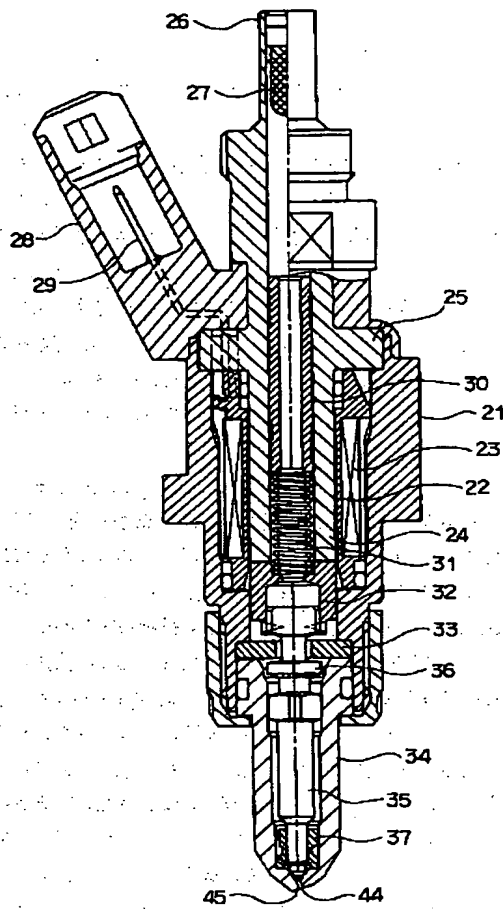
【図1】



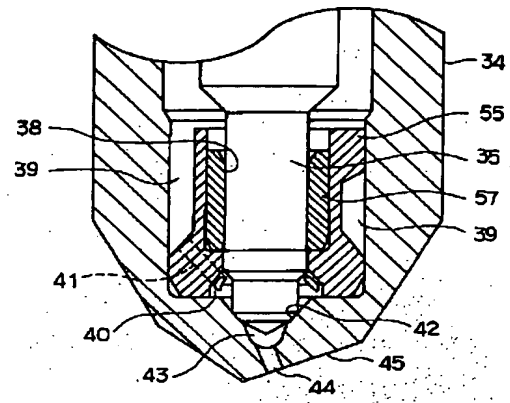
【図3】



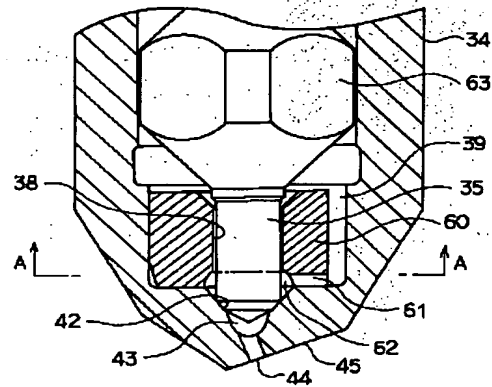
【図 2】



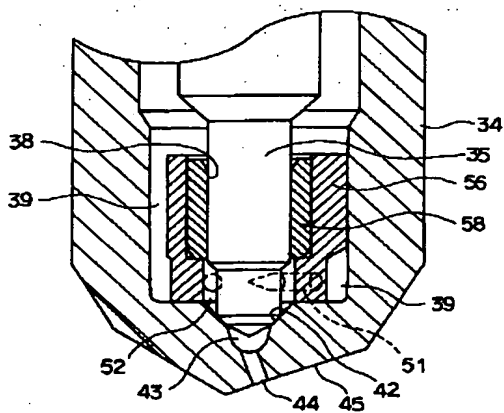
【図 4】



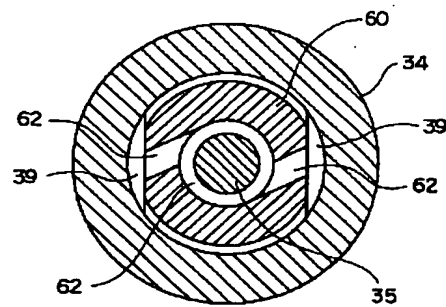
【図 6】



【図 5】



【図 7】



【図 8】

